

УДК 624.132.3:625.7

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ФРЕЗ ЗЕМСНАРЯДОВ

И.И. Михеев, М.С. Разумов

При подводной разработке земснарядами тяжелых грунтов с включением абразивных материалов наблюдается интенсивный износ режущих элементов фрез земснарядов [1]. Как показывают наблюдения, износ ножей рабочих органов землеройных машин сопровождается закруглением передней грани, затуплением режущих кромок, а также образованием на задней грани инструмента площадок износа, имеющих отрицательный угол наклона по отношению к траектории резания. При этом контактирование режущих элементов с абразивным грунтом характеризуется двумя процессами: износом, при котором наблюдается микрорезание поверхности ножа абразивными включениями с отделением частиц металла, и затуплением, при котором происходит механическое взаимодействие грунта с ножом без отделения частиц металла (как при ударах).

При работе изношенным инструментом резко снижается производительность по грунту, значительно возрастают энергоемкость процесса резания и расход режущих элементов. Поэтому решение задач повышения износостойкости режущих элементов является актуальной проблемой.

В лаборатории гидромеханизации КПИ проводились исследования по поиску марок легированных сталей и режимов их термообработки для использования при изготовлении режущих элементов фрез земснарядов [2, 3]. Исходя из производственных условий гидромеханизации были сформулированы требования к разрабатываемым решениям:

основа фрезы (ступица с лопастями), подвергающаяся обычно весьма малому износу, должна изготавливаться из применяемых в настоящее время недефицитных сталей (например, 35ГЛ);

сменные режущие элементы должны быть приварными, изготавливаться из износостойких материалов, обладающих хорошей свариваемостью с основой фрезы и не требующих для сварки специфического оборудования и технологии;

материалы режущих элементов не должны содержать дорогостоящих компонентов.

С учетом данных требований изыскания износостойких режущих элементов были сосредоточены на следующих вариантах:

применение более износостойких, чем используемые в настоящее время, материалов для сменных режущих элементов фрез земснарядов;

поиск и обоснование оптимальной термической обработки выбранных материалов;

применение армирующих вставок из износостойкого материала;

повышение износостойкости путем поверхностного и местного внутреннего легирования.

Диапазон возможных износостойких материалов на первом этапе исследований был сужен требованием свариваемости режущих элементов с основой фрезы. Поэтому к лабораторным исследованиям принимались лишь низколегированные стали (типа 35ХГС и 30ХГТ) с небольшим содержанием углерода (до 0,35 %).

В проведенных лабораторных исследованиях на износостойкость использовалась термическая обработка испытываемых сталей в виде закалки с отпуском и отжига.

Использование вставок из износостойкого материала как армирующих компонентов при сохранении хорошей свариваемости основного материала, также обеспечивает общее повышение износостойкости. В проведенных исследованиях использовались вставки из высокохромистых износостойких сталей типа X12M.

Применение поверхностного и местного внутреннего легирования было обусловлено тем, что при этих способах создание зон с повышенной абразивной стойкостью увеличивает износостойкость режущих элементов при сохранении хорошей свариваемости основного металла.

В проведенных лабораторных исследованиях (таблица) испытывались стали 35ГЛ с поверхностным легированием, а в производственных условиях – режущие элементы из стали 35ГЛ с местным легированием феррохромовыми брикетами.

В качестве эталона для сравнения была применена сталь 35ГЛ, которая используется в гидромеханизации для рабочих органов земснарядов.

Материалы лабораторных исследований

№ образца	Марка стали режущего элемента	Термообработка	Удельный линейный износ, мм/пог. м	Повышение износостойкости, раз	Твердость (НВ) кг/мм ²
1	35ГЛ (эталон)	Отжиг при 900 °С	0,081	1,00	187
2	35ГЛ с поверхностным легированием хромом	Отжиг при 860 °С	0,068	1,20	163
3	35ГЛ со вставками из X12M	Закалка при 1 100 °С в масле, отпуск при 600 °С	0,05	1,60	320
4	35ГЛ	Закалка при 860 °С в масле, отпуск при 200 °С	0,048	1,60	550
5	35ХГСЛ	Литая	0,052	1,56	400
6	35ХГСЛ	Закалка при 880 °С в масле, отпуск при 200 °С	0,041	1,98	550
7	35ХГСЛ	Закалка при 850 °С в масле, отпуск при 600 °С	0,043	1,90	380
8	35ХГСЛ	Закалка при 880 °С в масле, отпуск при 400 °С	0,043	1,90	500
9	35ХГСЛ	Отжиг при 900 °С	0,062	1,30	190
10	35ХГСЛ	Закалка при 900 °С в масле, отпуск при 600 °С	0,052	1,56	330

Как следует из таблицы, использование низколегированных сталей (например 35ХГСЛ) даже без термообработки увеличивает износостойкость режущих элементов в 1,3 раза (против отожженной стали 35ГЛ).

Однако наиболее ощутимые результаты получаются от термической обработки всех сталей. Оптимальные результаты получены при термообработке в виде закалки с низким отпуском (200–300 °С). Для стали 35ГЛ такая термообработка дает повышение

износостойкости в 1,6 раза, а для стали 35ХГСЛ – в 1,98 раза по сравнению с эталонной отожженной сталью 35ГЛ.

Сохранение литой структуры вызывает незначительное повышение износостойкости режущих элементов.

Лабораторные образцы зубьев, изготовленные из термообработанной стали 35ГЛ и армированные высокохромистыми вставками из стали Х12М, показали износостойкость ниже ожидаемой. Объясняется это, вероятно, тем, что высоко-легированная сталь Х12М требует высокотемпературной закалки (порядка 1 050–1 100 °С), при которой резко увеличивается зерно стали 35ГЛ. В результате незначительно повышается твердость, но при этом существенно возрастает хрупкость, вследствие чего образец слабо сопротивляется развитию трещин и хрупкому износу.

Образцы стали 35ГЛ с поверхностным легированием хромом также не показали существенного повышения износостойкости, что, по всей видимости, связано с диффузионным перераспределением хрома по сечению отливки при отжиге и уменьшением в связи с этим эффекта поверхностного легирования.

По результатам лабораторных исследований были изготовлены и испытаны в производственных условиях фрезы земснарядов с износостойкими режущими элементами, произведенными из термообработанных сталей 35ГЛ с вставками из феррохрома и 35ХГСЛ. Правильность предложенных решений подтвердилась: износостойкость увеличилась в 2,0–2,3 раза.

Библиографический список

1. Огородников, С.П. Некоторые вопросы теории подводной разработки грунтов / С.П. Огородников // Гидромеханизация при разработке тяжелых грунтов. М.: ЦНИИТЭСтром, 1968. С. 9–43.
2. К обоснованию износостойкости свариваемых режущих элементов фрез земснарядов / С.П. Огородников [и др.] // Гидротехническое и промышленное строительство. Калинин, 1975. С. 39–48.
3. Гуляев, А.П. Инструментальные стали: справочник./ А.П. Гуляев, К.А. Малинина, С.М. Саверина. М.: Машиностроение, 1975. 272 с.